

**(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3421141 A1

⑤1 Int. Cl. 4:  
**F41G 7/30**

②1 Aktenzeichen: P 34 21 141.1  
②2 Anmeldetag: 7. 6. 84  
④3 Offenlegungstag: 1. 12. 88

**LIBERTY** 070 - 586055  
**fax 070 - 900190 Rijswijk**

⑦1 Anmelder:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012  
Ottobrunn, DE

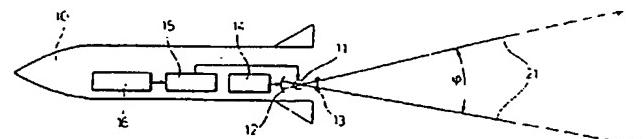
⑦2 Erfinder:

Dietrich, Klaus, Dr., 8035 Stockdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

#### 54 Flugkörper-Identifikationssystem

Die Erfindung bezieht sich auf ein Flugkörper-Identifikationssystem zur Steuerung des Flugkörpers von einer Bodenlenkanlage aus, wobei zur Identifizierung wellenlängenabhängige CCD-Sensoren für mehrere Wellenlängenbereiche verwendet werden. Bei diesem System ist der Flugkörper-Markierungsstrahler mit einer Edelgas-Hochdrucklampe bestückt, die von einem Zeitcodegenerator programm- bzw. zeitgesteuerte Lichtblitze über ein optisches System zur Lichtbündelung abstrahlt und deren Spektrum oder zeitcodiertes Eintreffen in der Bodenlenkanlage zur eindeutigen Identifizierung des Flugkörpers dient.



DE 3421141 A1

## Patentansprüche

1. Flugkörper-Identifikationssystem mit einem Markierungsstrahler zur Steuerung des Flugkörpers von einer Bodenlenkanlage aus, wobei zur Identifizierung wellenlängenabhängige CCD-Sensoren für mehrere Wellenlängenbereiche verwendet werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Flugkörper-Markierungsstrahler mit einer Edelgas-Hochdrucklampe (11) versehen ist, die von einem Zeitcodegenerator (29) programm- bzw. zeitgesteuerte Lichtblitze (21) über ein optisches System zur Lichtbündelung (12, 13, 14) abstrahlt und deren Spektrum und/oder zeitcodiertes Eintreffen in der Bodenlenkanlage (20) zur eindeutigen Identifikation des Flugkörpers (10) dient.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Flugkörper-Verfolgung in der Bodenlenkanlage (20) eine elektronische Kamera (CCD-Flächenarray) angeordnet ist, deren Photosensoren eine Integrationszeit pro Bild aufweisen, die groß gegen die Blitzzeit des Flugkörper-Markierungsstrahlers ist.

3. System nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Edelgas-Hochdrucklampe (11) eine Xenon-Kurzbogen-Entladungslampe verwendet wird.

4. System nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das optische System zur Lichtbündelung aus einem Hohlspiegel (12) und einer Linse (13) sowie einer Positioniereinheit (14) besteht.

5. System nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Identifikation in der Bodenlenkanlage (20) der Eingangsoptik (22) drei aus einem Bildverstärker und einem daran angekoppelten CCD-Sensor gebildete Empfangssensoren (26, 27, 28) zugeordnet sind.

6. System nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Identifikation in der Bodenlenkanlage (20) der Eingangsoptik ein im Spektralbereich der Strahlungsmaxima der Blitzlampen-Liniенstrahlung durchlässiger Filter (24) und ein im Bereich des zwischen den Emissionsmaxima liegenden Emissionsminimums durchlässiger Filter (25) zugeordnet ist.

7. System nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Flugkörper-Identifikation in der Bodenlenkanlage (20) die Bildverstärker als elektrooptische Verschlüsse verwendet werden, die zeitsynchron zu den programm- bzw. zeitgesteuerten Lichtblitzen des Flugkörpers geöffnet bzw. geschlossen werden.

## Beschreibung

55

Die Erfindung bezieht sich auf ein Flugkörper-Identifikationssystem mit einem Markierungsstrahler zur Steuerung des Flugkörpers von einer Bodenlenkanlage aus, wobei zur Identifizierung wellenlängenabhängige CCD-Sensoren für mehrere Wellenlängenbereiche verwendet werden.

Durch die DE-OS 31 24 716 ist eine Anordnung zur mehrspektralen Abbildung von Zielen bekanntgeworden, bei dem eine Optik auf einem ladungsgekoppelten Halbleiterelement die Zielpunkte abbildet und jedes dieser Halbleiterelemente mit einer Vielzahl von Einzeldetektoren ausgestattet ist, die jeweils in zwei Teilberei-

che zusammengefaßt sind, die für unterschiedliche Wellenlängen empfindlich sind, wobei die Ausgangssignale jedes Einzeldetektors einer Ladungstransferschaltung (CCD-Bereich) zugeführt werden. Alle bisher bekannten Flugkörper-Identifikationssysteme verwenden Markierungslichtquelle sogenannte Glühstrahler, abgesehen von der Begrenzung der Reichweite und starken Erwärmung im Heckteil des Flugkörpers auf den Nachteil haben, daß keine Identifizierbarkeit gegen andere Störlichtquellen gegeben ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe grunde, ein Flugkörper-Identifikationssystem der egangen genannten Art zu schaffen, mit dem nicht nur eine Störstrahlunterdrückung in einfacher und zuverlässiger Weise ermöglicht wird, sondern auch gleichzeitig eine Kodierungserkennung geschaffen ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichnungs des Anspruchs 1 niedergelegten Maßnahmen gelöst, den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel erläutert und in der Zeichnung schematisch dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 den Aufbau des Markierungsstrahlers im Flugkörper,

Fig. 2 das Flugkörper-Ortungssystem mit Spektrum und Zeit-Identifikation in einem Blockschaltbild.

Die in Fig. 1 gezeigte schematische Darstellung eines Flugkörpers 10, der von einer Bodenlenkanlage 20 gesteuert wird, weist eine von einem Zeitcodegenerator und einem Blitzimpulsgenerator 15 gesteuerte Lichtquelle 11 auf, die als sogenannte Xenon- oder Kryptokurzbogen-Entladungslampe ausgebildet ist, d. h. eine Edelgas-Hochdrucklampe (bevorzugt Kurzbogen), gepulst betrieben wird. Bei diesen Lampen wird etwa die Hälfte der gesamten emittierten Strahlung als sichtbare Strahlung abgegeben, die beispielsweise bei Xenonlampen im Bereich zwischen ca. 820 bis 840 nm und 880 bis 900 nm liegt und bei Bedarf die Strahlung sichtbaren Bereich durch zusätzliche Adsorptionsfilter eliminiert wird. Das Licht dieser Lampe wird nun beispielsweise mit Hilfe eines aus einem Hohlspiegel und einer Linse 13 bestehenden optischen Systems gebündelt und in einem kleinen Raumwinkel  $\phi$  — der Abstrahlwinkel — zur Flugkörper-Bodenlenkanlage abgestrahlt.

Der Abstrahlwinkel ist entweder fest oder er ändert sich nach einer vorgegebenen Funktion abhängig von der Flugkörper-Entfernung zur Erzielung größerer Flugkörper-Reichweiten. Das optische System zur Bündelung ist entweder starr im Flugkörper angeordnet oder es entfaltet sich während dessen Fluges. Die Lichtabstrahlung erfolgt nun

- a) gepulst mit konstanter mittlerer Strahlungsleistung,
- b) gepulst mit konstanter mittlerer Impulsrate, jedoch mit flugkörperfernungsabhängiger Impulsleistung,
- c) gepulst mit konstanter mittlerer Impulsleistung jedoch mit flugkörperfernungsabhängiger Impulsrate.

Um nun die Identifizierung des Flugkörpers unter einer Vielzahl von verschiedenen Lichtquellen absolut sicher zu gewährleisten, sind einzeln oder in Kombination, eine spektrale und eine zeitliche Identifikation der Bodenlenkanlage 20 vorgesehen.

Im Gegensatz zu den Glühstrahlern (Planck'sche

Strahler), wie beispielsweise das Sonnenlicht, brennendes Material, Leuchtsätze etc., die im Wellenlängenbereich zwischen 800 bis 900 nm nur eine geringfügige Abhängigkeit der Emission von der Wellenlänge zeigen, besitzt die Strahlung einer Edelgas-Hochdrucklampe – hier im Beispiel eine Xenon-Kurzbogenlampe 11 – eine Strahlung, deren Hauptmaxima bei ca. 820 nm und 880 nm liegen und ein starkes Minimum bei ca. 850 nm aufweist. Bei der spektralen Identifikation wird die Strahlung  $I_{max}$  der Lichtquellen im Wellenlängenbereich eines der beiden Hauptmaxima und die Strahlung  $I_{min}$  im Bereich des Minimums bestimmt. Durch eine einfache Auswertearithmetik-Differenz-, Quotientenbildung etc., läßt sich ein Objekt mit Xenon-Strahlung also leicht und zuverlässig von Objekten Planck'scher Strahlung trennen bzw. unterscheiden, es ist also eine einwandfreie spektrale Identifikation erreicht.

Bei der zeitlichen Identifikation sieht die Erfindung vor, daß der Flugkörper 10 von der Bodenlenkanlage 20 lediglich von einer elektronischen Kamera verfolgt wird. In der gezeichneten Ausführungsform wird diese Kamera durch CCD-Flächenarrays dargestellt, deren Photosensoren eine Integrationszeit pro Bild aufweisen, die groß gegen die Blitzzeit des Flugkörper-Markierungsstrahlers ist. Typische Werte für die Integrationszeit liegen bei 40 msec und für die Blitzzeit bei 1 msec. Um nun den Flugkörper sicher zu verfolgen ist es erforderlich, daß pro Bild mindestens ein Lichtblitz registriert wird, wobei es zunächst zur Bilderzeugung gleichgültig ist, wann dieser Lichtblitz registriert wird, beispielsweise zu Beginn, in der Mitte oder gegen Ende der Integrationszeit. Dieser Freiheitsgrad wird nun beim zeitlichen Identifikationsverfahren ausgenutzt, wobei der Flugkörper 10 zu beliebig vorprogrammierten Zeitpunkten Lichtblitze aussendet. Dieser Zeitcode ist sowohl dem Flugkörper als auch der Bodenlenkanlage 20 bekannt, d. h. in ihnen gespeichert. In der Bodenlenkanlage 20 wird jeweils nur das Licht innerhalb der schmalen Zeitfenster der Breiten von den Sensoren 26, 27, 28 registriert. Die Zeitfenster werden entweder mit mechanischen Mitteln – beispielsweise Blenden – oder elektronischen Mitteln – wie beispielsweise elektronischen Verschlüssen in Form von gepulst betriebenen Bildverstärkern oder Flüssigkristall-Blenden – realisiert.

Zur eindeutigen Identifikation des Flugkörpers ist es daher nur mehr erforderlich, in der Bodenlenkanlage 20 zu überprüfen, ob das von einer Lichtquelle emittierte Licht zu den vereinbarten Zeitpunkten gemäß des Zeitcodes aufgetreten ist oder auch zwischen den definierten Zeitfenstern. Im ersten Fall handelt es sich um den gesuchten Flugkörper, im letzteren um eine Störlichtquelle.

Die Fig. 2 der Zeichnung zeigt nun ein Ausführungsbeispiel einer Bodenlenkanlage für den Flugkörper, deren Ortungssystem als Spektral- und Zeit-Identifikationssystem ausgebildet ist. Wie vorstehend schon ausgeführt, liefert eine Xenon-Kurzbogen-Entladungslampe 11 im Flugkörper 10 Lichtblitze 21 im Takt des Zeitcodegenerators 16. Die Entladungslampe 11 ist zwischen einem Hohlspiegel 12 und einer Linse 13 gelagert, wodurch der Lichtblitz 21 gebündelt wird (Abstrahlwinkel  $\varphi$ ). Eine Positioniereinheit 14 verändert diesen Abstrahlwinkel in Abhängigkeit von der Flugkörper-Lenk-anlagenentfernung. Beim Abschuß eines Flugkörpers werden die Zeitcodegeneratoren 16 des Flugkörpers 29 und der Bodenlenkanlage 20 synchronisiert.

Mit Hilfe der Eingangsoptik 22 der Bodenlenkanlage 20 wird das Gebiet, in dem sich der Flugkörper 10 be-

wegt, samt allen Störlichtquellen auf drei Sensoren 26, 27, 28 gleichzeitig abgebildet. Diese Sensoren bestehen in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel aus einem Bildverstärker (Microkanalplatte MCP) mit daran angekoppeltem CCD-Sensor. Die MCP hat dabei nur die Funktion eines schnellen optischen Verschlusses. Durch Anlegen einer Spannung aus den MCP-Treibern 30, 31 werden die MCP funktionsfähig gemacht, während das angekoppelte CCD-Glied die innerhalb dieser Zeit auf die MCP fallende Lichtstrahlung 21 registriert.

Den Filtern 24 und 25 sind Strahltreiber 23 a, b, c zugeordnet. Hierbei ist das Filter 24 im Spektralbereich der Strahlungsmaxima der Blitzlicht-Linienstrahlung 21 durchlässig und zeigt bei anderen Strahlungen eine hohe Absorption. Das Filter 25 ist so gewählt, daß der eine hohe Durchlässigkeit im Bereich des Emissionsminimums zwischen den Emissionsmaxima der Blitzlichtlampenstrahlung 21 hat, während es in den übrigen Fällen undurchlässig ist.

Vom MCP-Driver 31 werden zu den Zeitpunkten  $t_i$  der erwarteten Lichtblitze nur die MCP-CCD-Sensoren 27 und 28 eingeschaltet, der Sensor 26 jedoch ausgeschaltet. In den Zeitintervallen, in denen keine Lichtblitze vom Flugkörper zu erwarten sind, ist es umgekehrt, da ist der Sensor 26 eingeschaltet und 27, 28 ausgeschaltet. Alle drei Sensoren 26, 27, 28 werden parallel ausgelernt und deren Signale verstärkt und zur Flugkörper-Identifikation verarbeitet, beispielsweise logarithmiert. Hierzu dient die Auswerteeinheit 40, die in einem Blockschaltbild schematisch skizziert ist. Handelt es sich nun bei einem registrierten Lichtpunkt um den Flugkörper 10, dann gilt für das Ausgangssignal am Substrahierer 1  $B-A > 0$  und im Fall eines Planck'schen Störstrahlers  $B-A \approx 0$ . Der Diskriminator 1 erzeugt ein digitales Ausgangssignal und zwar "1" für die Flugkörperstrahlung und "0" für Planck'sche Strahlung.

Um nun den Flugkörper sicher von fremder Xenon-Störstrahlung zu unterscheiden, erzeugt der Substrahierer 2 ein Ausgangssignal  $A-B$ , wobei folgende Beziehung gilt:

$A-B \neq 0$  wenn Strahlung außerhalb der definierten Zeitintervalle registriert wurde,  
 $A-B \ll 0$  für den Flugkörper

Der Diskriminator 2 erzeugt ein digitales Ausgangssignal und zwar "1" für den Flugkörper bei korrektem Zeitcode und "0" bei Störstrahlung bzw. bei inkorrektem Zeitcode.

Mit Hilfe des UND-Gatters und des Video-Schalters wird aus dem Bild des MCP-CCD-Sensors 27 ein Videosignal zur Weiterverarbeitung erzeugt, bei dem alle Lichtquellen, die nicht im vereinbarten Zeitcode gesendet haben und deren Strahlung nicht der spektralen Charakteristik der Blitzlichtstrahlung entsprachen, ausgebündelt. Damit ist ein Höchstmaß an Störsicherheit zur Flugkörper-Identifizierung erreicht und dies bei größter Flugkörper-Reichweite und mit geringstem Energieverbrauch des Flugkörper-Markierungsstrahlers.

Die Anzahl der Sensoren 26, 27, 28 kann nun auf einen einzigen Sensor reduziert werden, wenn ein solcher entsprechend der Patentanmeldung 31 19 184.3 verwendet wird und die Aufnahme der Bilder in den beiden Spektralbereichen im Zeitmultiplexverfahren durchgeführt wird, wobei für das jeweilige Bild ein digitaler Bildspeicher verwendet wird.

- Leerseite -

3421141

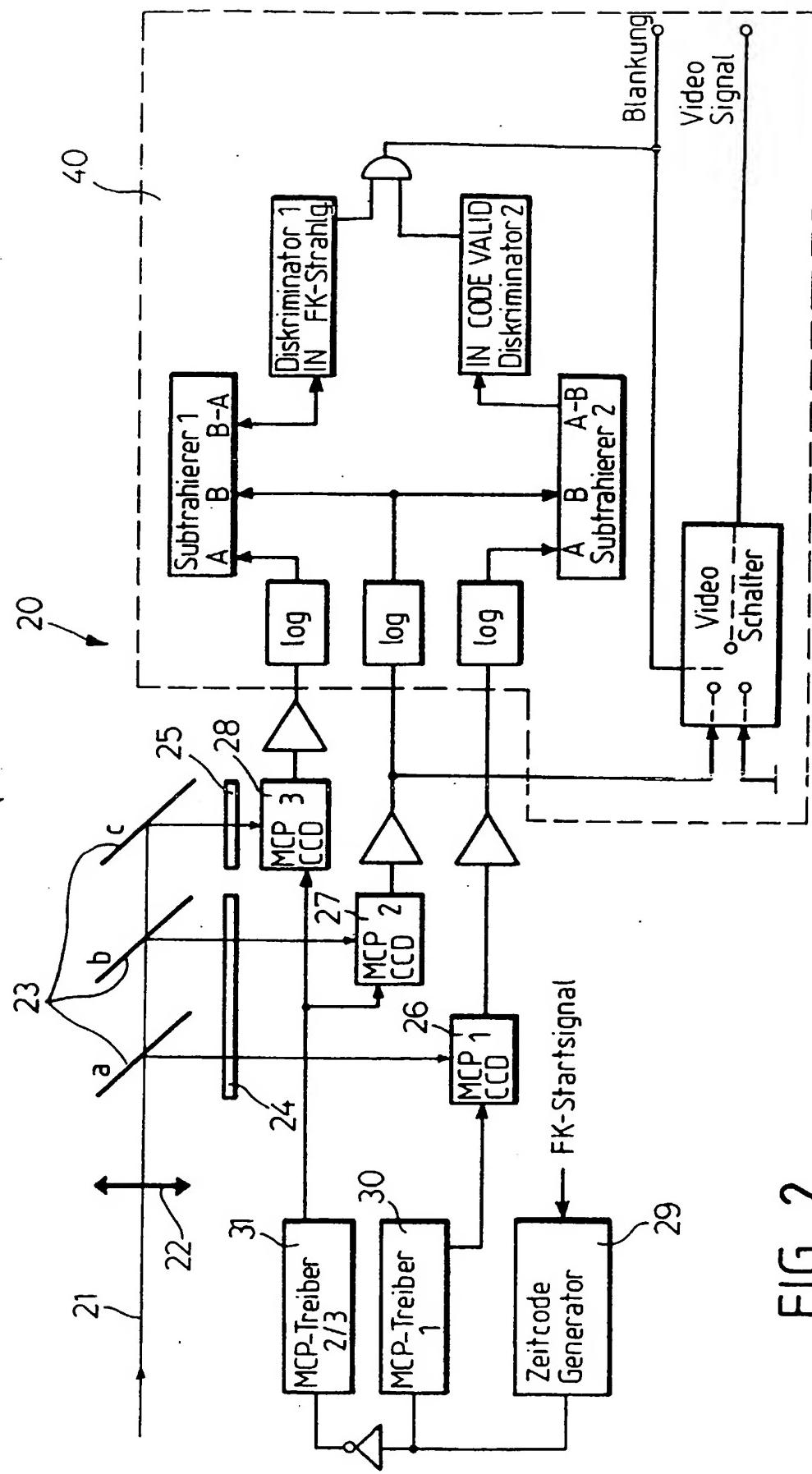


FIG. 2

AA  
34 21 141  
F 41 G 7/30  
7. Juni 1984  
Offenlegungstag:  
1. Dezember 1988

3421141

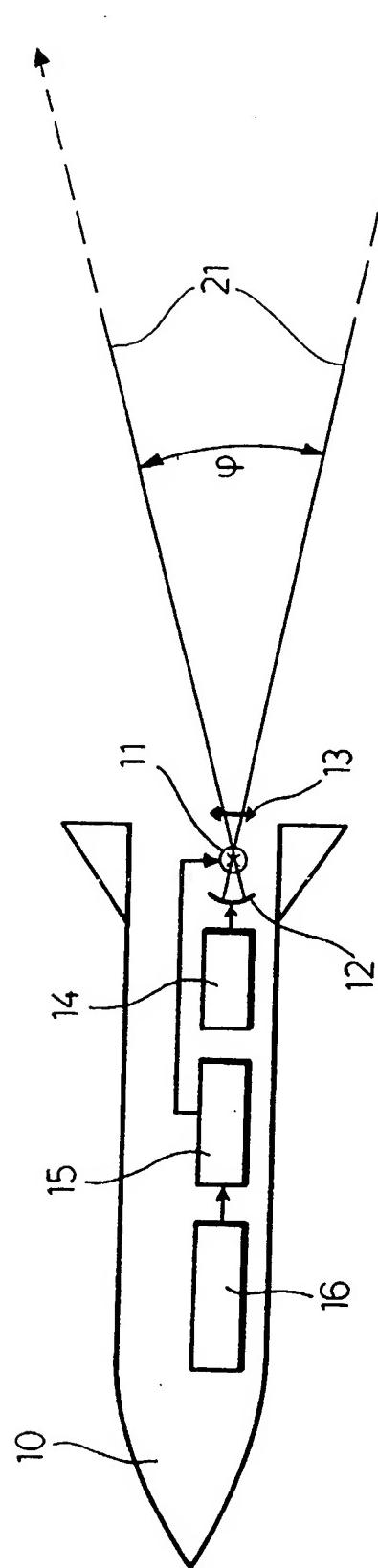


FIG. 1